

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-282256

(43)Date of publication of application : 03.10.2003

(51)Int.Cl.

H05B 33/14
G09F 9/30
G09G 3/20
G09G 3/30
H05B 33/08
H05B 33/26

(21)Application number : 2002-082848

(71)Applicant : SANGAKU RENKEI KIKO KYUSHU:KK

(22)Date of filing : 25.03.2002

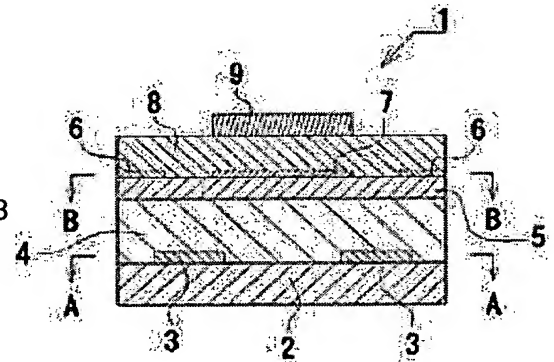
(72)Inventor : TSUTSUI TETSUO
YASUDA TAKESHI

(54) ORGANIC THIN FILM LIGHT-EMITTING TRANSISTOR AND EMISSION LUMINANCE CONTROL METHOD USING IT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To improve a characteristic by integrating an organic EL element with an organic transistor, to provide an organic thin film light-emitting transistor formed by improving a specific occupying area of a luminescent part on a substrate, and to provide an emission luminance control method capable of modulating emission luminance of the element only by varying a gate voltage.

SOLUTION: This organic thin film light-emitting transistor is characteristically provided with: the substrate 2; gate electrodes 3 formed on one surface of the substrate 2; a gate insulating thin film layer 4 formed so as to cover a region including at least the electrodes 3 on the surface of the substrate 2 on the electrode 3 side; an organic transistor activating thin film layer 5 formed on the surface of the layer 4; an electrode B7 formed on the surface of the layer 5; source electrodes 6 formed so as to surround the electrode B7 on the surface of the layer 5; an organic electroluminescent thin film layer 8 formed so as to cover at least a part of the electrode B7; and an electrode A9 formed on the surface of the layer 8.



* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1]An organic thin film luminescence transistor comprising:

A substrate.

A gate electrode provided in one field of a substrate.

A gate insulating thin film layer provided in a near field in which a gate electrode of a substrate was formed so that a field which contains a gate electrode at least might be covered.

An organic transistor activity thin film layer formed in the surface of a gate insulating thin film layer, A source electrode provided so that the electrode B might be surrounded on the electrode B and the surface of an organic transistor activity thin film layer which were established in the surface of an organic transistor activity thin film layer, The electrode A formed in the surface of an organic electroluminescence thin film layer provided so that a part of electrode B might be covered at least, and an organic electroluminescence thin film layer.

[Claim 2]An organic thin film luminescence transistor comprising:

A substrate.

A gate electrode provided in one field of a substrate.

A gate insulating thin film layer provided in a near field in which a gate electrode of a substrate was formed so that a field which contains a gate electrode at least might be covered.

A source electrode provided so that the electrode B might be surrounded on the electrode B and the surface of a gate insulating thin film layer which were established in the surface of a gate insulating thin film layer, an organic thin film layer provided so that a part of electrode B might be covered at least, and the electrode A formed in the surface of an organic thin film layer.

[Claim 3]A light-emitting-luminance control method adjusting a current amount which flows between the electrode A and the electrode B by the change of potential which impresses voltage between a source electrode of the organic thin film luminescence transistor according to claim 1 or 2, and the electrode A, and is impressed to a gate electrode, and controlling light emitting luminance.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention]This invention relates to the light-emitting-luminance control method using the organic thin film luminescence transistor and it using the organic thin film electroluminescent element (henceforth an organic EL device) which sends current through an organic thin film and takes out surface state luminescence.

[0002]

[Description of the Prior Art]Organic thin film EL elements are an electron poured in by impression of voltage into an organic thin film from a double-sided electrode, and a current drive type surface state spontaneous light corpuscle child using luminescence by the recombination of an electron hole. or [therefore, / that time for an organic EL device to emit light is restricted only during the time when the electron and the electron hole are poured in with the impressed voltage, and an element is a luminescent state] -- only ON of driver voltage impression whether it is a non luminescent state and an OFF state are supported. That is, it is impossible to separate supply of the electrical energy for a drive, and luminescence and grant of nonluminescent drive information. For this reason, since there is no memory effect in luminescence of each pixel when using an organic EL device as a surface state display device which comprises many pixels, Image display is impossible if the direct drive by a simple matrix system and the drive system using an active-matrix thin film transistor (TFT) is not adopted.

[0003]However, there are problems, such as a cross talk and the difficulty of gradation grant, in the direct-drive method by a simple matrix system, and there are problems, like the large area display with high manufacture cost is difficult, and there is in an active-matrix drive system. When carrying out the active-matrix drive of the organic EL device by Si-TFT, an organic EL device part must be formed in the upper part by a manufacturing process which is completely different from this by the usual method on a substrate after creating Si-TFT. If an organic TFT part and an organic EL device part will be created on a substrate, The organic electroluminescence display of an active-matrix drive may be producible by the same dry type or a wet film production method, the example is reported (A. --) [Dodabalapur and] Z. Bao and A. Makhija, J. g.Laquindanum, V. R. Raju, Y. Feng, H. E.Kats, J. Rogers; "Organic smartpixels", Applied Physcs Letter, 73 (2), 142-144 (1998). However, the method which arranges the organic EL device and organic transistor of the above-mentioned former in parallel on a substrate, the ratio which a light-emitting part occupies on a substrate since the complicatedness of producing a drive transistor and a light-emitting part in a separate process, and the area which an actuator occupies on a substrate are large -- it had the problem that area became small.

[0004]

[Problem(s) to be Solved by the Invention]While SUBJECT of this invention can unify an organic EL device and an organic transistor and being able to produce an organic thin film luminescence transistor easily, the ratio of a light-emitting part which raises epoch-makingly the characteristic of the organic EL device controlled by a transistor, and occupies it on a substrate -- providing the organic thin film luminescence transistor which boiled the occupation area markedly and improved it. And it is in providing the light-emitting-luminance control method which can modulate the light emitting luminance of an organic EL device only by changing gate voltage.

[0005]

[Means for Solving the Problem]This invention persons came to complete this invention, as a result of inquiring wholeheartedly, in order to solve an aforementioned problem. That is, since an organic EL device is a current drive element, light emitting luminance of a pixel which constitutes a display is proportional to a current amount passed to a pixel. On the other hand, quantity of a saturation current controllable by a field effect transistor of a

piece is proportional to carrier mobility and channel width of active layer material to be used, and inversely proportional to channel length. Since carrier mobility of an organic thin film material is large and it is a $10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ grade, Current made sufficient for a pixel of an organic EL device emitting light brightly in channel length if channel width was made into size comparable as channel length as for several microns or less cannot be sent.

[0006]However, if a transistor with bigger channel width than pixel size of a light emitting device was used, area whose drive transistor portion is larger than an emission area of a light emitting device will be occupied on a substrate. As a means to solve these contradictions, in order to enlarge channel width, there is a method of forming a linear long channel in a periphery of a light emitting device. This method was recommended one step, and when a source drain electrode of a transistor was made in one and it was crowded around an electrode of a light emitting device, it resulted in the new way of thinking that element composition can also be simplified at once.

[0007]That is, this invention is specified by a matter indicated to the following [1] – [3].

[1]A gate insulating thin film layer provided in a near field in which a substrate, a gate electrode provided in one field of a substrate, and a gate electrode of a substrate were formed so that a field which contains a gate electrode at least might be covered, An organic transistor activity thin film layer formed in the surface of a gate insulating thin film layer, A source electrode provided so that the electrode B might be surrounded on the electrode B and the surface of an organic transistor activity thin film layer which were established in the surface of an organic transistor activity thin film layer, An organic thin film luminescence transistor possessing the electrode A formed in the surface of an organic electroluminescence thin film layer provided so that a part of electrode B might be covered at least, and an organic electroluminescence thin film layer.

[0008][2]A gate insulating thin film layer provided in a near field in which a substrate, a gate electrode provided in one field of a substrate, and a gate electrode of a substrate were formed so that a field which contains a gate electrode at least might be covered, A source electrode provided so that the electrode B might be surrounded on the electrode B and the surface of a gate insulating thin film layer which were established in the surface of a gate insulating thin film layer, An organic thin film luminescence transistor possessing an organic thin film layer provided so that a part of electrode B might be covered at least, and the electrode A formed in the surface of an organic thin film layer.

[0009][3][1] Or a light-emitting-luminance control method which adjusts a current amount which flows between the electrode A and the electrode B by the change of potential which impresses voltage between a source electrode of an organic thin film luminescence transistor given in [2], and the electrode A, and is impressed to a gate electrode, and controls light emitting luminance.

[0010]

[Embodiment of the Invention]Hereafter, this invention is explained in detail. A length of one side considers the pixel of the square of W with an organic EL device, and when setting to I the current which flows through the pixel, surface light luminosity is proportional to I/W^2 . On the other hand, supposing this length of one side encloses the periphery of the pixel of the square of W with the transistor taken to channel length, source drain current I which flows through a transistor is proportional to $4W$. If the current per unit channel width which can be passed to a transistor is made into I_{lim} , in the element which made the transistor in accordance with the periphery of this light emitting device, the surface light luminosity of a pixel is proportional to $4I_{lim} W/W^2 = 4I_{lim}/W$. That is, when the channel length using the same material compares with the same transistor, it turns out that it is inversely proportional to the size of a pixel, and maximum face light emitting luminance becomes large. Therefore, although the element which this light emitting device and transistor unified is not suitable for a display with big pixel size, it is understood that validity is larger on the display of the high resolution which accumulates and constitutes small pixel size.

[0011]Carrier mobility to Table 1 (Table 1) by $0.020\text{--cm}^2/\text{Vs}$ (typical value reported with the organic thin film transistor). The example at the time of changing pixel size for the value of the light emitting luminance at the time of incorporating the value of a saturation current in case channel length is 0.1 mm, and the light emitting device of luminous efficiency 1.5 cd/m^2 at that time (typical luminous efficiency of an organic EL device) from 100 micrometers to 10 mm was shown.

[0012]

[Table 1]

表 1

チャンネル幅 (mm)	ピクセル (mm ²)	電流 (μ A)	電流密度 (mA/cm ²)	輝度 (cd/m ²)
10×4	100	128	0.128	1.88
5×4	25	64	0.256	3.84
1×4	1	12.8	1.28	19.2
0.5×4	0.25	6.4	2.56	38.4
0.3×4	0.09	3.84	4.26	42.6
0.2×4	0.04	2.56	6.4	96
0.1×4	0.01	1.28	12.8	192

[0013] Current was calculated using the following formula (1) of the saturation current of FET, and (several 1).

[0014]

[Equation 1]

$$I_{\text{sat}} = W/2L (C_i \mu (V_G - V_T)^2) \quad (1)$$

the inside of a formula, and W -- channel width and L -- channel length and C_i -- the capacitance of an element. Even if μ uses the material developed now if pixel size is 1 mm or less from Table 1 where carrier mobility and V_G express gate voltage and V_T expresses threshold voltage, respectively, it turns out that bright luminescence more than 19 cd/m² is realizable.

[0015] Hereafter, an organic thin film luminescence transistor, a manufacturing method for the same, and a light-emitting-luminance control method are explained, referring to Drawings.

(Embodiment 1) Drawing 1 is an example of structure of an organic thin film luminescence transistor in the embodiment of the invention 1, drawing 2 is a sectional view in A-A of drawing 1, and drawing 3 is a sectional view in B-B of drawing 1. A gate electrode in which provide one in a figure in an organic thin film luminescence transistor, 2 was provided in a substrate, and 3 was provided in one field of the substrate 2, A gate insulating thin film layer provided as a field which contains the gate electrode 3 at least covered in 4 to a near field in which the gate electrode 3 of a substrate was formed, An organic transistor activity thin film layer by which 5 was formed in the surface of the gate insulating thin film layer 4, The electrode B of surface state by which 6 was provided in the surface of the organic transistor activity thin film layer 5. A source electrode provided as electrode B6 surrounded in 7, an organic electroluminescence thin film layer provided as a field which contains electrode B6 and the source electrode 7 at least covered in 8. The electrode A of surface state by which (it is hereafter called an organic electroluminescence thin film layer) and 9 were formed in the surface of the organic electroluminescence thin film layer 8, and 10 and 11 are output port of an electrode.

[0016] Here, luminescence from an organic electroluminescence thin film layer may be taken out to a counter direction the substrate side through a case where it takes out from the substrate side through the electrode B, and the electrode A. In taking out luminescence from an organic electroluminescence thin film layer from the substrate side through the electrode B, On an electrode material and a concrete target which pass various visible light, such as a transparent electrode and a translucent electrode. An ITO thin film, a zinc oxide thin film, an indium zinc oxide thin film, a translucent gold thin film, Consider it as a translucent aluminum thin film, translucent platinum thin film, and CuI thin film etc., and a gate electrode, It is made an electrode material and a concrete target which pass various visible light, such as an electrode which has a light passing section of shape as shown in drawing 2 or a transparent electrode, and a translucent electrode, at an ITO thin film, zinc oxide thin film, indium zinc oxide thin film, translucent gold thin film, translucent aluminum thin film, translucent platinum thin film, and CuI thin film etc. In taking out luminescence from an organic electroluminescence thin film layer to a counter direction the substrate side through the electrode A, The electrode A is used as an electrode material and a concrete target which pass various visible light, such as a transparent electrode and a translucent electrode, at an ITO thin film, zinc oxide thin film, indium zinc oxide thin film, translucent gold thin film, translucent aluminum thin film, translucent platinum thin film, and CuI thin film etc.

[0017] Construction material of a substrate A silicon wafer, glass, a tin indium oxidation thing, mica, Although plastic films, such as metal, such as zinc, aluminum, copper, stainless steel besides graphite and a molybdenum sulfide, magnesium, iron, nickel, gold, and silver, polyimide, polyester, polycarbonate, and an acrylic resin, etc. are mentioned, it is not limited to these.

[0018] Although an example of shape of a gate electrode was shown in drawing 2, shape is not necessarily limited to this, can accumulate many light-emitting parts on a substrate besides being circular, a rectangle, etc., and can

make them shape which maximizes a surface state light-emitting part.

[0019]As construction material of a gate insulating thin film layer, polyvinyl phenol, polyparaxylylene and its derivative, Polyimide, its derivative, polyacrylonitrile, poly methyl methacrylate, Polystyrene, a polyphenol derivative, polyurea, polyethylene, polypropylene, Polyvinyl chloride, a polyvinylidene chloride, polyvinyl fluoride, polyvinylidene fluoride, Metal oxide thin films, such as polymer thin films, such as an acetyl cellulose and its derivative, and alumina, Wet process which inorganic oxide thin films, such as silica, a silicon nitride thin film, etc. are used, and is formed with a spin coat, Although a dry method which forms a parylene thin film (parylene: trade name; Japanese Parylene Company make) with vacuum deposition, a thin-film-forming method by electrolytic oxidation, an electrolytic polymerization method, a method of forming a thin film of silica or alumina by weld slag, etc. are used, it is not limited to these. If a gate insulating thin film layer is formed so that a field which contains a gate electrode at least may be covered, it is sufficient for it, and it does not need to be formed so that the whole surface of a substrate may be covered.

[0020]As construction material of an organic transistor activity thin film layer, Polymer or oligomer represented with conjugated polymer, for example, a polyphenylene vinylene derivative, The Polyful Oren derivative, a poly thiophene derivative, polyphenylene derivatives, and these copolymers, Aromatic hydrocarbon oligomer, such as oligo phenylene, an oligo thiophene, and oligo phenylenevinylene, etc. are mentioned, and wet process, such as a spin coat method, the dip-coating method, the ink jet printing method, the screen printing method, and a spray coating method, is used in this case. In the case of a low molecule substance, for example, pentacene, tetracene, a copper phthalocyanine, fluoride substitution phthalocyanine, a perylene derivative, etc., a vacuum deposition method is mainly used, but techniques, such as an electrolytic polymerization method and an electrolytic deposition method, can also be used.

[0021]Although an example of shape of a source electrode and the electrode B was shown in drawing 3, it is not necessarily limited to this, many light-emitting parts can be accumulated on a substrate besides being circular, a rectangle, etc., and it can be considered as shape which maximizes a surface state light-emitting part.

[0022]As an organic electroluminescence thin film layer, a monolayer organic thin film or an organic thin film more than two-layer is laminated, and it is formed. To an organic thin film here A low molecular weight compound. (Specifically) As a thin film and electron-transport-property luminous layers of aromatic amine as a hole transporting bed, such as N,N'-diphenyl-N,N'-(bis-3-methylphenyl)-1,1'-diphenyl-4,4'-diamine (TPD). What comprises a laminated thin film with thin films, such as a ** 8-oxy KINORINO aluminium complex, etc., a thing which comprises high molecular compounds (specifically a poly para-phenylene vinylene derivative, the Polyful Oren derivative, a polyphenylene derivative, etc.), a thing which comprises both mixture, etc. are contained.

[0023]The surface of the upper electrode A which sandwiches an organic electroluminescence thin film layer, and the electrode B, It may be covered with a thin film of organic compounds, such as inorganic compounds, such as metal, such as lithium of a duty which promotes carrier injection called a buffer layer and with which driver voltage is reduced, and magnesium, LiF, Li₂O, and CaO, and phthalocyanine, or those mixtures. Since the electrode B is used as the anode when forming an organic electroluminescence thin film layer in the upper surface of the electrode B, First, as an anode buffer layer, the anode is protected, and conductive polymer thin films, such as deposition thin films, such as phthalocyanine and aromatic polyamine, poly aniline, a polythiophene and its derivative, polypyrrole, are formed and used in order to improve the pouring characteristic of an electron hole.

[0024]Between the electrode A and an organic electroluminescence thin film layer, an organic matter thin film layer etc. which contain metallic oxides, such as inorganic dielectric thin films, such as LiF, and Li oxide, an alkaline metal, and alkaline earth metal ion as a cathode buffer layer may be inserted. A case where such a buffer layer is added is included in an electrode used by the anode and the negative pole among a Description. As a method of forming an organic electroluminescence thin film layer, the various wet producing-film methods from a solution, such as a vacuum deposition method, a spin coat method, a dip coating method, the silk screen method, a spray method, and the ink jet printing method, etc. are used. If an organic electroluminescence thin film layer is formed so that a field which contains a part of electrode B at least may be covered, it is sufficient for it.

[0025]Metal electrodes, such as aluminum, an aluminium-lithium alloy, calcium, and a magnesium silver alloy, etc. are specifically used for the electrode A as the negative pole. Although shape in particular of the electrode A is not limited, it is preferred to consider it as the almost same shape as the electrode B from a point which prevents the leakage current from a source electrode and makes area of a light-emitting part the maximum.

[0026]As an electrode material of a gate electrode, a source electrode, the electrode B (drain electrode), and the electrode A, Gold, copper, aluminum, platinum, chromium, palladium, indium, nickel, Metal and these alloys, such as magnesium, silver, and gallium, a tin indium oxidation thing, Although one sort, such as compound semiconductors, such as oxide semiconductors, such as polysilicon, an amorphous silicon, a tin oxidation thing, indium oxide, and titanium oxide, gallium arsenide, and gallium nitride, or two sorts or more are mentioned, it is not limited to these.

[0027]Hereafter, a manufacturing method of an organic thin film luminescence transistor in this embodiment is explained. First, luminescence from an organic electroluminescence thin film layer is taken out from the substrate side through the electrode B, and a case where use the electrode B as the anode of an organic EL device part, and the electrode A is used as the negative pole is explained. On a substrate, a gold thin film as a gate electrode of shape shown in drawing 2 is formed. Here, a method etc. which used mask deposition and photoresist are used for pattern formation.

[0028]Next, a gate insulating thin film layer is formed in an entire substrate. It forms with wet process by a spin coat, etc., using a polymer thin film as a gate insulating thin film layer. Then, an organic transistor activity thin film layer is formed in the upper part of a gate insulating thin film layer in an entire substrate. Here, when an organic transistor activity thin film layer is polymer or oligomer represented with conjugated polymer, wet process, such as a spin coat, can be used, but in the case of a low molecule substance, a vacuum deposition method is mainly used.

[0029]The electrode B (drain electrode) which has a light transmittance state in the upper part of an organic transistor activity thin film layer, and a source electrode are formed in shape shown in drawing 3. Conditions which do not give a damage to an organic transistor activity thin film layer which carries out mask deposition of the gold electrode of thickness which has not less than 50% of transmissivity are chosen, and a method of forming an indium tin oxide transparent conductive thin film (ITO transparent electrode) by weld slag is used. After forming a source electrode and the electrode B, an organic electroluminescence thin film layer is formed all over the upper part of the electrode B, finally the cathode electrode A is formed, and an organic thin film luminescence transistor is completed.

[0030]In an organic thin film luminescence transistor formed in this way, bias of the electrode A is beforehand carried out to minus to a source electrode (grounding) as a method of driving, in case the electrode A is the negative pole. For example, where $-15V$ is impressed, although impressed electromotive force is distributed between the negative pole (electrode A)–electrodes B of an organic electroluminescence part (anode) between a source electrode–drain electrode (electrode B) of a transistor part, since gate voltage is not added, voltage has mainly been built over a transistor part.

[0031]If negative voltage applied to a gate electrode is made to increase in this state, an electric field effect will work, and if it becomes more than threshold voltage, current will begin to flow into the source electrode–drain inter–electrode of a transistor part. In this state, since voltage between a source electrode and the electrode A is mainly added between the negative pole (electrode A)–electrodes B (anode), A hole which current flowed also into an organic electroluminescence part, namely, moved source electrode–drain inter–electrode spreads in the anode in the whole field of the after–attainment anode, A hole is uniformly poured into an organic electroluminescence thin film layer from the whole electrode B (anode) surface of surface state, on the other hand, a hole and an electron in which an electron was poured in and poured into an organic electroluminescence thin film layer from the negative pole (electrode A) recombine, and it results in surface state luminescence. Luminescence is taken out from the substrate side through the electrode B of transparency (anode). Thus, light emitting luminance can be modulated by changing gate voltage, impressing fixed voltage to source electrode–drain inter–electrode.

[0032]Next, as a method of driving, in case the electrode A is the anode, bias of the electrode A (anode) is carried out to plus to a source electrode. For example, where and $+15V$ is impressed, although impressed electromotive force is distributed between the anode (electrode A)–electrodes B of an organic electroluminescence part (negative pole) between a source electrode–drain electrode (electrode B) of a transistor part, since gate voltage is not added, voltage has mainly been built over a transistor part.

[0033]If negative voltage applied to a gate electrode is made to increase in this state, an electric field effect will work, and if it becomes more than threshold voltage, current will begin to flow into the source electrode–drain inter–electrode of a transistor part. Since voltage between a source electrode and the electrode A is mainly added between the anode (electrode A)–electrodes B (negative pole) in this state, Current flows also into an organic electroluminescence part, namely, it moves towards a source electrode in a hole from a drain electrode

(electrode B), An electron is poured into an organic electroluminescence thin film layer from the whole electrode B surface which is the negative pole, on the other hand, a hole and an electron in which a hole was poured in and poured into an organic electroluminescence thin film layer from the anode (electrode A) recombine, and it results in surface state luminescence. Luminescence is taken out from the substrate side through the electrode B of transparency (negative pole).

[0034] Thus, light emitting luminance can be modulated by changing gate voltage, impressing fixed voltage to source electrode-drain inter-electrode. On the other hand, when taking out luminescence through the electrode A of a counter direction the substrate side, an electrode material etc. which pass various visible light, such as an ITO thin film and a translucent gold electrode, can be used for the electrode A, but an ITO thin film is preferred.

[0035] (Embodiment 2) Drawing 4 is an example of structure of an organic thin film luminescence transistor in the embodiment of the invention 2. A gate electrode in which the inside 1a of a figure provides in an organic thin film luminescence transistor, 2a was provided in a substrate, and 3a was provided in one field of the substrate 2a, A gate insulating thin film layer provided so that 4a might cover a field which contains the gate electrode 3a at least to a near field in which the gate electrode 3a of a substrate was formed, A source electrode provided so that the electrode B of surface state by which 6a was formed in the surface of the gate insulating thin film layer 4a, and 7a might surround electrode B6a, An organic thin film layer provided so that 8a might cover a field which contains electrode B6a and the source electrode 7a at least, and 9a are the electrodes A of surface state formed in the surface of the organic thin film layer 8a.

[0036] As for an organic thin film luminescence transistor in this embodiment, an organic thin film layer is playing a role of an organic transistor activity thin film layer, and a role of all thru/or a part of organic electroluminescence activity thin film layers.

[0037] Here as a material of an organic thin film layer which has a function of both an organic transistor activity thin film layer and an organic electroluminescence activity thin film layer, Specifically Phenylenevinylene oligomer, phenylene oligomer, A vacuum deposition thin film of aromatic hydrocarbon, such as pentacene, anthracene, and tetracene, Although a thin film etc. of main chain pi conjugated polymer, such as a vacuum deposition thin film of aromatic compounds containing hetero atoms, such as thiophene oligomer, a poly thiophene derivative, a polyphenylene vinylene derivative, the Polyful Oren derivative, and a polyphenylene derivative, are mentioned, it is not limited to these. As a method of producing an organic thin film layer, although a vacuum deposition method, a spin coat method, a dip coating method, the silk screen method, a spray method, the ink jet printing method, etc. are mentioned, it is not limited to these.

[0038] About a substrate, a gate electrode, a gate insulating thin film layer, the electrode B, a source electrode, and the electrode A, it is the same as that of Embodiment 1. The necessity of an organic thin film luminescence transistor in this embodiment of forming independently an organic transistor activity thin film layer and an organic electroluminescence thin film layer can be lost, it can simplify a process more, and can reduce a manufacturing cost.

[0039] Hereafter, a manufacturing method of an organic thin film luminescence transistor in this embodiment is explained. A gate electrode and a gate insulating thin film layer are formed on a substrate like Embodiment 1. A direct source electrode and a drain electrode (electrode B) are formed in the upper part. An organic thin film layer which besides serves both as a part of organic transistor activity thin film layer and organic electroluminescence thin film layer is formed, and the electrode A is formed on this.

[0040] Here as a layer which serves both as an organic transistor activity thin film layer and an organic electroluminescence thin film layer, Those without a hole transportability luminous layer may be further taken as a two-layer laminated structure in which an electron-transport-property luminous layer was formed in the upper part in which a layer which serves both as a part of case where monolayer is used, and an organic transistor activity thin film layer and an organic electroluminescence thin film layer (an electron transport layer or a hole transporting bed) was formed.

[0041] In an organic thin film luminescence transistor formed in this way, bias of the electrode A is beforehand carried out to minus to a source electrode (ground potential) as a method of driving, in case the electrode A is the negative pole. For example, where -15V is impressed, although impressed electromotive force is distributed between the negative pole (electrode A)-electrodes B of an organic electroluminescence part (anode) between a source electrode-drain electrode (electrode B) of a transistor part, since gate voltage is not added, voltage has mainly been built over a transistor part.

[0042] If negative voltage applied to a gate electrode is made to increase in this state, an electric field effect will work, and if it becomes more than threshold voltage, current will begin to flow into the source electrode-drain

inter-electrode of a transistor part. Since voltage between a source electrode and the electrode A is mainly added between the negative pole (electrode A)-electrodes B (anode) in this state, A hole which current flowed also into an organic electroluminescence part, namely, moved source electrode-drain inter-electrode once spreads in the whole field of the anode, after reaching the anode, A hole is poured into an organic electroluminescence thin film layer which serves as an organic transistor activity thin film layer again uniformly from the whole electrode B (anode) surface of surface state, and on the other hand, a hole and an electron in which an electron was poured in and poured into an organic electroluminescence thin film layer from the negative pole (electrode A) recombine, and it results in surface state luminescence. Luminescence is taken out from the substrate side through the electrode B of transparency (anode). Thus, light emitting luminance can be modulated by changing gate voltage, impressing fixed voltage to source electrode-drain inter-electrode.

[0043]Next, as a method of driving, in case the electrode A is the anode, bias of the electrode A (anode) is carried out to plus to a source electrode. For example, where +15V is impressed, although impressed electromotive force is distributed between the anode (electrode A)-electrodes B of an organic electroluminescence part (negative pole) between a source electrode-drain electrode (electrode B) of a transistor part, since gate voltage is not added, voltage has mainly been built over a transistor part.

[0044]If negative voltage applied to a gate electrode is made to increase in this state, an electric field effect will work, and if it becomes more than threshold voltage, current will begin to flow into the source electrode-drain inter-electrode of a transistor part. Since voltage between a source electrode and the electrode A is mainly added between the anode (electrode A)-electrodes B (negative pole) in this state, Current flows also into an organic electroluminescence part, namely, it moves towards a source electrode in a hole from a drain electrode (electrode B). Not a hole but an electron is poured into an organic electroluminescence thin film layer from the whole electrode B surface which is the negative pole, and on the other hand, a hole and an electron in which a hole was poured in and poured into an organic electroluminescence thin film layer from the anode (electrode A) recombine, and it results in surface state luminescence. Luminescence is taken out from the substrate side through the electrode B of transparency (negative pole).

[0045]Thus, light emitting luminance can be modulated by changing gate voltage, impressing fixed voltage to source electrode-drain inter-electrode. As mentioned above, although a case where an organic transistor activity thin film layer was a hole transportation type (p-mold) was explained as an example, electron transportation type (n-mold) a drive method and a principle of operation with the same said of a case correspond. When taking out luminescence through the electrode A of a counter direction the substrate side, an electrode material etc. which pass various visible light, such as an ITO thin film and a translucent gold electrode, can be used for the electrode A, but an ITO thin film is preferred.

[0046]

[Example]Hereafter, although working example explains this invention in detail, this invention is not limited to these.

On working example 1 glass substrate, gold is produced 30 nm in thickness with a vacuum deposition method via the mask of the pattern of the electrode shown in drawing 2, and the gate gold electrode whose length of one side is 0.2 mm is produced. This glass substrate is moved to a chemical vapor deposition system. Heating evaporation of the xylene dimer (trade name: product made from parylene and Japanese Parylene) is carried out under decompression, a pyrolysis is carried out through the heating tube heated at 680 **, and an diradical monomer is generated. it was made to generate to up to the substrate concerned held to the room temperature -- diradical monomer introduction is carried out and a 300-nm-thick polyparaxylylene thin film is produced. A substrate is moved to a vacuum deposition machine and 50 nm of pentacene thin films are formed with vacuum deposition as an organic transistor activity thin film layer. The mask pattern for forming the source electrode and drain electrode of shape which were shown in drawing 3 is provided, and a 20-nm-thick translucent gold thin film electrode is formed with vacuum deposition. Thereby, the electrode B of the rectangle whose transistor and length of one side whose channel width channel length is about 0.8 mm in 0.1 mm are 0.2 mm (it serves as the anode) is formed. The copper phthalocyanine as an organic electroluminescence BAFFA layer is formed with 10-nm vacuum deposition so that an entire substrate may besides be covered. Besides, N,N'-diphenyl-N,N'-(bis-3-methylphenyl)-1,1'-diphenyl-4,4'-diamine (TPD) as an electron hole transporting bed, With vacuum deposition, 8-oxy KINORINO aluminium complex (Alq₃) as electron transportation/a luminous layer is formed in 50-nm thickness, respectively. The MgAg alloy thin film (weight ratio 10:1) of 200-nm thickness is formed as the electrode A (negative pole). The produced element is moved to the measuring vessel which has a quartz window,

a container is made into a vacuum, and the back performs measurement of an element characteristic. The source electrode of an element is grounded and the direct current voltage of the minus 100V is impressed to the electrode A (negative pole). In this state, luminescence is not observed at all. Next, if negative voltage is impressed to a gate electrode and voltage is made to increase, luminescence will be observed by -30V. If voltage is made to increase, light emitting luminance will increase according to the increase in gate voltage mostly, and if the value of gate voltage is reduced, luminosity will decrease. The gate voltage dependency of drain current and light emitting luminance is shown in drawing 5.

[0047]On working example 2 glass substrate, gold is produced 30 nm in thickness with a vacuum deposition method via the mask of the pattern of the electrode shown in drawing 2, and the gate gold electrode whose length of one side is 0.2 mm is produced. This glass substrate is moved to a chemical vapor deposition system. Heating evaporation of the xylylene dimer (trade name: product made from parylene and Japanese Parylene) is carried out under decompression, a pyrolysis is carried out through the heating tube heated at 680 **, and an diradical monomer is generated. it was made to generate to up to the substrate concerned held to the room temperature -- diradical monomer introduction is carried out and a 300-nm-thick polyparaxylylene thin film is produced. With a spin coat, the transistor active layer of 100-nm thickness is formed from the chloroform fluid of REJIO regular poly (3-octylthio Feng 2,5-diyl) (P30T). The mask pattern for forming the source electrode and drain electrode of shape which were illustrated to drawing 1 is provided, and a 20-nm-thick translucent gold thin film electrode is formed with vacuum deposition. Thereby, the electrode B of the rectangle whose transistor and length of one side whose channel width channel length is about 0.8 mm in 0.1 mm are 0.2 mm (it serves as the anode) is formed. In the shape which besides carries out wholly coating of the substrate to a field, the polyethylene dioxythiophene / polystyrene sulfonate (PEDOT/PSS) thin film as an anode bar fur layer 100 nm, Poly as an organic electroluminescence activity thin film layer (a spin coat is carried out from the toluene solution of 2-methoxy-5-(2-ethyl HEKISOKISHI)-1,4-phenylenevinylene (MEH-PPV), and it is considered as a 100-nm thin film.) 150 nm of aluminum is vapor-deposited as a cap which prevents oxidation of 150 nm of calcium thin films, and calcium as the electrode A (negative pole). The produced element is moved to the measuring vessel which has a quartz window, a container is made into a vacuum, and the back performs measurement of an element characteristic. The source electrode of an element is grounded and the direct current voltage of the minus 100V is impressed to the electrode A (negative pole). In this state, luminescence is not observed at all. Next, if negative voltage is impressed to a gate electrode and voltage is made to increase, luminescence will be observed by -20V. If voltage is made to increase, light emitting luminance will increase in proportion to the increase in gate voltage mostly, and if the value of gate voltage is reduced, luminosity will decrease. The gate voltage dependency of drain current and light emitting luminance is shown in drawing 6.

[0048]On working example 3 glass substrate, gold is produced 30 nm in thickness with a vacuum deposition method via the mask of the pattern of the electrode shown in drawing 2, and the gate gold electrode whose length of one side is 0.2 mm is produced. This glass substrate is moved to a chemical vapor deposition system. Heating evaporation of the xylylene dimer (trade name: product made from parylene and Japanese Parylene) is carried out under decompression, a pyrolysis is carried out through the heating tube heated at 680 **, and an diradical monomer is generated. it was made to generate to up to the substrate concerned held to the room temperature -- diradical monomer introduction is carried out and a 300-nm-thick polyparaxylylene thin film is produced. Next, the mask pattern for forming the source electrode and drain electrode of shape which were shown in drawing 3 is provided, and a 20-nm-thick translucent gold thin film electrode is formed with vacuum deposition. Thereby, the electrode B of the rectangle whose transistor and length of one side whose channel width channel length is about 0.8 mm in 0.1 mm are 0.2 mm (it serves as the anode) is formed. It is poly (a spin coat is carried out from the toluene solution of 2-methoxy-5-(2-ethyl HEKISOKISHI)-1,4-phenylenevinylene (MEH-PPV), and it is considered as a 100-nm thin film.) as a thin film layer which serves both as a transistor active layer and an organic electroluminescence active layer. 150 nm of aluminum is vapor-deposited as a cap which prevents oxidation of 150 nm of calcium thin films, and calcium as the electrode A (negative pole). The produced element is moved to the measuring vessel which has a quartz window, a container is made into a vacuum, and the back performs measurement of an element characteristic. The source electrode of an element is grounded and the direct current voltage of the minus 100V is impressed to the electrode A (negative pole). In this state, luminescence is not observed at all. Next, if negative voltage is impressed to a gate electrode and voltage is made to increase, luminescence will be observed by -60V. If voltage is made to increase, light emitting luminance will increase in proportion to the increase in gate voltage mostly, and if the value of gate voltage is reduced, luminosity will decrease.

[0049]

[Effect of the Invention] While according to the organic thin film luminescence transistor of this invention being able to unify an organic EL device and an organic transistor and being able to produce very easily, the ratio of a light-emitting part which can raise epoch-makingly the characteristic of the organic EL device controlled by a transistor, and occupies it on a substrate -- an occupation area can be boiled markedly and can be improved. If the surface state display built into the matrix by making this luminescence transistor into a pixel is used, the image display which has story tonality in all the pixels in high resolution by carrying out the address only of the gate voltage of a pixel where fixed driver voltage is impressed will become possible. According to the light-emitting-luminance control method of this invention, the light emitting luminance of an organic EL device can be modulated only by changing gate voltage.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The sectional view of the organic thin film luminescence transistor in the 1 embodiment of this invention

[Drawing 2]The figure in which being a sectional view in A-A of drawing 1, and showing an example of the shape of a gate electrode

[Drawing 3]The figure in which being a sectional view in B-B of drawing 1, and showing an example of the shape of a source electrode and the electrode B

[Drawing 4]The sectional view of the organic thin film luminescence transistor in the 1 embodiment of this invention

[Drawing 5]The graph which shows the gate voltage dependency of drain current and light emitting luminance

[Drawing 6]The graph which shows the gate voltage dependency of drain current and light emitting luminance

[Description of Notations]

1 1a Organic thin film luminescence transistor

2 2a Substrate

3 and 3a gate electrode

4 and 4a gate insulating thin film layer

5 Organic transistor activity thin film layer

5a Organic thin film layer

6 and 6a source electrode

7 7a Electrode B

8 and 8a organic electroluminescence thin film layer

9 9a Electrode A

10 Output port of an electrode

11 Output port of an electrode

[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-282256

(P2003-282256A)

(43) 公開日 平成15年10月3日 (2003. 10. 3)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード* (参考)
H 0 5 B 33/14		H 0 5 B 33/14	A 3 K 0 0 7
G 0 9 F 9/30	3 3 8	G 0 9 F 9/30	3 3 8 5 C 0 8 0
	3 6 5		3 6 5 Z 5 C 0 9 4
G 0 9 G 3/20	6 2 4	G 0 9 G 3/20	6 2 4 B
	6 4 1		6 4 1 D
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁) 最終頁に続く			

(21) 出願番号 特願2002-82848 (P2002-82848)

(22) 出願日 平成14年3月25日 (2002. 3. 25)

(71) 出願人 800000035

株式会社産学連携機構九州

福岡県福岡市東区箱崎6丁目10番1号

(72) 発明者 筒井 哲夫

福岡県春日市紅葉ヶ丘東8-66

(72) 発明者 安田 剛

福岡県大野城市白木原1-10-27 白木原

ロイヤルハイツ101号

(74) 代理人 100076613

弁理士 苗村 新一

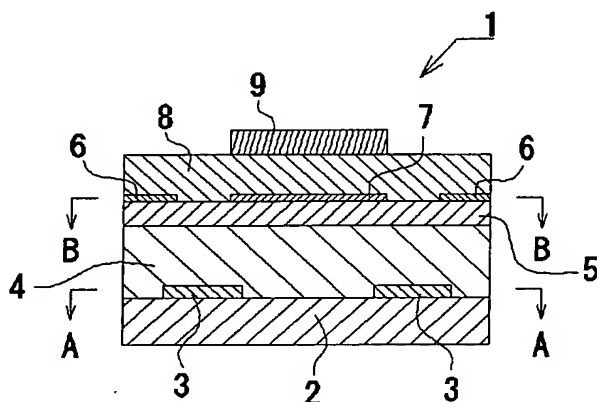
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機薄膜発光トランジスタ及びそれを用いた発光輝度制御方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 有機EL素子と有機トランジスタを一体化し、特性を向上させる。基板上に占める発光部の比占有面積を改良した有機薄膜発光トランジスタを提供し、ゲート電圧を変化させるだけで素子の発光輝度を変調することができる発光輝度制御方法を提供する。

【解決手段】 基板2と、基板2の一方の面に設けられたゲート電極3と、基板2のゲート電極3側の面に、少なくともゲート電極3を含む領域を覆うよう設けられたゲート絶縁薄膜層4と、ゲート絶縁薄膜層4の表面に形成された有機トランジスタ活性薄膜層5と、活性薄膜層5の表面に設けられた電極B7と、活性薄膜層5の表面に電極B7を包囲するように設けられたソース電極6と、少なくとも電極B7の一部を覆うように設けられた有機エレクトロルミネッセンス薄膜層8と、有機エレクトロルミネッセンス薄膜層8の表面に形成された電極A9とを具備することを特徴とする有機薄膜発光トランジスタ。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 基板と、基板の一方の面に設けられたゲート電極と、基板のゲート電極が形成された側の面に、少なくともゲート電極を含む領域を覆うよう設けられたゲート絶縁薄膜層と、ゲート絶縁薄膜層の表面に形成された有機トランジスタ活性薄膜層と、有機トランジスタ活性薄膜層の表面に設けられた電極 B と、有機トランジスタ活性薄膜層の表面に電極 B を包囲するように設けられたソース電極と、少なくとも電極 B の一部を覆うように設けられた有機エレクトロルミネッセンス薄膜層と、有機エレクトロルミネッセンス薄膜層の表面に形成された電極 A とを具備することを特徴とする有機薄膜発光トランジスタ。

【請求項 2】 基板と、基板の一方の面に設けられたゲート電極と、基板のゲート電極が形成された側の面に、少なくともゲート電極を含む領域を覆うよう設けられたゲート絶縁薄膜層と、ゲート絶縁薄膜層の表面に設けられた電極 B と、ゲート絶縁薄膜層の表面に電極 B を包囲するように設けられたソース電極と、少なくとも電極 B の一部を覆うように設けられた有機薄膜層と、有機薄膜層の表面に形成された電極 A とを具備することを特徴とする有機薄膜発光トランジスタ。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載の有機薄膜発光トランジスタのソース電極と電極 A との間に電圧を印加し、ゲート電極に印加する電圧の変化により電極 A と電極 B 間を流れる電流量を調節し発光輝度を制御することを特徴とする発光輝度制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、有機薄膜に電流を流して面状発光を取り出す有機薄膜エレクトロルミネッセンス素子（以下、有機 EL 素子という）を用いた有機薄膜発光トランジスタ及びそれを用いた発光輝度制御方法に関する。

【0002】

【従来の技術】 有機薄膜 EL 素子は、電圧の印加によって両面の電極から有機薄膜中に注入される電子と正孔の再結合による発光を利用する電流駆動型の面状自発光素子である。従って、有機 EL 素子が発光する時間は、印加した電圧により電子と正孔が注入されている時間中だけに限られ、素子が発光状態であるか非発光状態かは、駆動電圧印加の ON、OFF 状態にのみ対応している。即ち、駆動のための電気エネルギーの供給と発光、非発光の駆動情報の付与とを切り離すことが不可能である。このため、有機 EL 素子を多数のピクセルから構成される面状表示素子として利用する場合に、各ピクセルの発光にメモリー効果がないので、単純マトリックス方式による直接駆動か、アクティブマトリックス薄膜トランジスタ（TFT）を用いる駆動方式かを採用しなければ画像表示はできない。

【0003】 しかしながら、単純マトリックス方式による直接駆動方式には、クロストークや、階調付与の困難性等の問題があり、アクティブマトリックス駆動方式には、作製コストが高い、大面積表示が困難である等の問題がある。有機 EL 素子を Si-TFT でアクティブマトリックス駆動する場合は、基板上に通常の方法で Si-TFT を作成後に、これとは全く異なる製造プロセスでその上部に有機 EL 素子部を形成しなければならない。もし、基板上に有機 TFT 部と有機 EL 素子部を作成することにすれば、同一の乾式ないしは湿式製膜方式でアクティブマトリックス駆動の有機 EL ディスプレイを作製できる可能性があり、その例が報告されている

(A. Dodabalapur, Z. Bao, A. Makhija, J. g. Laquindanum, V. R. Raju, Y. Feng, H. E. Kats, J. Rogers; "Organic smartpixels", Applied Physics Letter, 73 (2), 142-144 (1998))。しかしながら、上記従来の有機 EL 素子と有機トランジスタを基板上に並列に配置する方式は、駆動トランジスタと発光部を別々のプロセスで作製するという煩雑さと、駆動部が基板上で占める面積が大きいため発光部が基板上で占める比面積が小さくなるという問題を有していた。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 本発明の課題は、有機 EL 素子と有機トランジスタを一体化し、有機薄膜発光トランジスタを容易に作製することができるとともに、トランジスタで制御する有機 EL 素子の特性を画期的に向上させ、基板上に占める発光部の比占有面積を格段に改良した有機薄膜発光トランジスタを提供すること、及びゲート電圧を変化させるだけで有機 EL 素子の発光輝度を変調することができる発光輝度制御方法を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】 本発明者らは、上記課題を解決するため鋭意検討した結果、本発明を完成するに至った。すなわち、有機 EL 素子は電流駆動素子であるので、ディスプレイを構成するピクセルの発光輝度はピクセルに流す電流量に比例する。一方、一つの電界効果トランジスタで制御できる飽和電流の量は、用いる活性層材料のキャリア移動度とチャンネル幅に比例し、チャンネル長に逆比例する。有機薄膜材料のキャリア移動度は、大きいもので $10^{-2} \text{ cm}^2/\text{Vs}$ 程度であるので、チャンネル長を数ミクロン以下にしても、チャンネル幅をチャンネル長と同程度のサイズにしたのでは有機 EL 素子のピクセルを明るく発光させるに足る電流を流すことはできない。

【0006】 ところが、チャンネル幅が発光素子のピクセルサイズより大きなトランジスタを用いたのでは、基板上で駆動トランジスタ部分が発光素子の発光面積より広い面積を占有することになってしまう。この矛盾点を解決する手段としては、チャンネル幅を大きくするた

め、発光素子の周辺部に線状の長いチャンネルを形成する方法がある。この方法を一步すすめて、発光素子の電極の周りに一体的にトランジスタのソースドレイン電極を作りこめば、素子構成も一挙に簡素化できるという新しい発想に至った。

【0007】すなわち、本発明は、以下の〔1〕～〔3〕に記載した事項により特定される。

〔1〕基板と、基板の一方の面に設けられたゲート電極と、基板のゲート電極が形成された側の面に、少なくともゲート電極を含む領域を覆うよう設けられたゲート絶縁薄膜層と、ゲート絶縁薄膜層の表面に形成された有機トランジスタ活性薄膜層と、有機トランジスタ活性薄膜層の表面に設けられた電極Bと、有機トランジスタ活性薄膜層の表面に電極Bを包囲するように設けられたソース電極と、少なくとも電極Bの一部を覆うように設けられた有機エレクトロルミネッセンス薄膜層と、有機エレクトロルミネッセンス薄膜層の表面に形成された電極Aとを具備することを特徴とする有機薄膜発光トランジスタ。

【0008】〔2〕基板と、基板の一方の面に設けられたゲート電極と、基板のゲート電極が形成された側の面に、少なくともゲート電極を含む領域を覆うよう設けられたゲート絶縁薄膜層と、ゲート絶縁薄膜層の表面に設けられた電極Bと、ゲート絶縁薄膜層の表面に電極Bを包囲するように設けられたソース電極と、少なくとも電極Bの一部を覆うように設けられた有機薄膜層と、有機薄膜層の表面に形成された電極Aとを具備することを特徴とする有機薄膜発光トランジスタ。

【0009】〔3〕〔1〕又は〔2〕に記載の有機薄膜発光トランジスタのソース電極と電極Aとの間に電圧を印加し、ゲート電極に印加する電圧の変化により電極A*

表1

チャンネル幅 (mm)	ピクセル (mm ²)	電流 (μA)	電流密度 (mA/cm ²)	輝度 (cd/m ²)
10×4	100	128	0.128	1.88
5×4	25	64	0.256	3.84
1×4	1	12.8	1.28	19.2
0.5×4	0.25	6.4	2.56	38.4
0.3×4	0.09	3.84	4.26	42.6
0.2×4	0.04	2.56	6.4	96
0.1×4	0.01	1.28	12.8	192

【0013】電流は、FETの飽和電流の下記式(1)(数1)を用いて計算した。

$$I_{sat} = W/2L (C_i \mu (V_g - V_T)^2) \quad (1)$$

(式中、Wはチャンネル幅、Lはチャンネル長、C_iは素子のキャパシタンス、μはキャリア移動度、V_gはゲート電圧、V_Tはしきい電圧をそれぞれ表す)表1から、ピクセルサイズが1mm以下であれば、現在開発されている材料を用いても19cd/m²以上の明るい発光が実現できることがわかる。

【0015】以下、有機薄膜発光トランジスタ及びその

*と電極B間を流れる電流量を調節し発光輝度を制御する、発光輝度制御方法。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明を詳細に説明する。有機EL素子で一边の長さがWの正方形のピクセルを考え、そのピクセルを流れる電流をIとすると、面発光輝度はI/W²に比例する。一方、この一边の長さがWの正方形のピクセルの外周をチャンネル長に取ったトランジスタで取り囲むとすると、トランジスタを流れるソースドレイン電流Iは4Wに比例する。トランジスタに流すことができる単位チャンネル幅当たりの電流をI_{lim}とすると、この発光素子の外周に沿ってトランジスタを作り込んだ素子では、ピクセルの面発光輝度は4I_{lim}W/W²=4I_{lim}/Wに比例する。即ち、同じ材料を用いたチャンネル長が同一のトランジスタと比較すると、ピクセルのサイズに逆比例して、最大面発光輝度は大きくなるのがわかる。従って、この発光素子とトランジスタが一体化した素子は、ピクセルサイズが大きなディスプレイには適さないが、小さなピクセルサイズを集積して構成する高解像度のディスプレイでより有効性が大きいことがわかる。

【0011】表1(表1)に、キャリア移動度が0.020cm²/Vs(有機薄膜トランジスタで報告されている典型的な値)で、チャンネル長が0.1mmの場合の飽和電流の値とその時の発光効率1.5cd/m²(有機EL素子の典型的な発光効率)の発光素子を組み込んだ場合の発光輝度の値をピクセルサイズを100μmから10mmまで変えた場合の例を示した。

【0012】

【表1】

※【0014】

※【数1】

製造方法並びに発光輝度制御方法について、図面を参照しながら説明する。

(実施の形態1)図1は本発明の実施の形態1における有機薄膜発光トランジスタの構造の一例であり、図2は図1のA-Aにおける断面図であり、図3は図1のB-Bにおける断面図である。図中1は有機薄膜発光トランジスタ、2は基板、3は基板2の一方の面に設けられた

ゲート電極、4は基板のゲート電極3が形成された側の面に、少なくともゲート電極3を含む領域を覆うように設けられたゲート絶縁薄膜層、5はゲート絶縁薄膜層4の表面に形成された有機トランジスタ活性薄膜層、6は有機トランジスタ活性薄膜層5の表面に設けられた面状の電極B、7は電極B6を包囲するように設けられたソース電極、8は少なくとも電極B6とソース電極7を含む領域を覆うように設けられた有機エレクトロルミネッセンス薄膜層（以下、有機EL薄膜層という）、9は有機EL薄膜層8の表面に形成された面状の電極A、10、11は電極の取出口である。

【0016】ここで、有機EL薄膜層からの発光は、電極Bを通して基板側から取り出す場合と、電極Aを通して基板側と反対方向に取り出す場合とがある。有機EL薄膜層からの発光を電極Bを通して基板側から取り出す場合には、透明電極、半透明電極等の各種可視光を通過する電極材料、具体的には、ITO薄膜、酸化亜鉛薄膜、インジウム亜鉛酸化物薄膜、半透明金薄膜、半透明アルミニウム薄膜、半透明白金薄膜、CuI薄膜等とし、ゲート電極を、図2に示すような形状の光通過部を有する電極、あるいは透明電極、半透明電極等の各種可視光を通過する電極材料、具体的には、ITO薄膜、酸化亜鉛薄膜、インジウム亜鉛酸化物薄膜、半透明金薄膜、半透明アルミニウム薄膜、半透明白金薄膜、CuI薄膜等にする。また、有機EL薄膜層からの発光を電極Aを通して基板側と反対方向に取り出す場合には、電極Aを透明電極、半透明電極等の各種可視光を通過する電極材料、具体的には、ITO薄膜、酸化亜鉛薄膜、インジウム亜鉛酸化物薄膜、半透明金薄膜、半透明アルミニウム薄膜、半透明白金薄膜、CuI薄膜等にする。

【0017】基板の材質は、シリコンウェハ、ガラス、錫インジウム酸化物、雲母、グラファイト、硫化モリブデンの他、銅、亜鉛、アルミニウム、ステンレス、マグネシウム、鉄、ニッケル、金、銀等の金属、ポリイミド、ポリエステル、ポリカーボネート、アクリル樹脂等のプラスチックフィルム等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0018】ゲート電極の形状の一例を図2に示したが、形状は必ずしもこれに限定されるものではなく、円形、長方形等の他、基板上に多数の発光部を集積し、面状発光部を最大化する形状とすることができる。

【0019】ゲート絶縁薄膜層の材質としては、ポリビニルフェノール、ポリパラキシリレンやその誘導体、ポリイミドやその誘導体、ポリアクリロニトリル、ポリメタクリル酸メチル、ポリスチレン、ポリフェノール誘導体、ポリ尿素、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリ塩化ビニル、ポリ塩化ビニリデン、ポリフッ化ビニル、ポリフッ化ビニリデン、アセチルセルロースやその誘導体等のポリマー薄膜、アルミナなどの金属酸化物薄膜、シリカなどの無機酸化物薄膜、シリコン窒化物薄膜等が用

いられ、スピンコートにより形成する湿式法、パリレン薄膜（パリレン：商品名；日本パリレン社（株）製）を真空蒸着で形成する乾式法、電解酸化による薄膜形成法、電解重合法、シリカやアルミナの薄膜をスパッタで形成する方法等が用いられるが、これらに限定されるものではない。ゲート絶縁薄膜層は、少なくともゲート電極を含む領域を覆うように形成されていれば足り、基板の全面を覆うように形成される必要はない。

【0020】有機トランジスタ活性薄膜層の材質としては、共役ポリマーで代表されるポリマーないしはオリゴマー、例えば、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリチオフェン誘導体、ポリフェニレン誘導体およびこれらの共重合体、オリゴフェニレン、オリゴチオフェン、オリゴフェニレンビニレン等の芳香族炭化水素オリゴマー等が挙げられ、この場合にはスピンコート法、ディップコーティング法、インクジェットプリント法、スクリーンプリント法、スプレイコーティング法等の湿式法が用いられる。また、低分子物質、例えば、ペンタセン、テトラセン、銅フタロシアニン、フッ素置換フタロシアニン、ペリレン誘導体等の場合には主に真空蒸着法が用いられるが、電解重合法、電解析出法等の手法も用いることができる。

【0021】ソース電極、電極Bの形状の一例を図3に示したが、必ずしもこれに限定されるものではなく、円形、長方形等の他、基板上に多数の発光部を集積し、面状発光部を最大化する形状とすることができる。

【0022】有機EL薄膜層としては、単層有機薄膜、ないしは2層以上の有機薄膜を積層して形成される。ここで、有機薄膜には低分子化合物（具体的には、ホール輸送層としてのN、N'-ージフェニルーN、N'-（ビス-3-メチルフェニル）-1,1'-ージフェニルー4,4'-ージアミン（TPD）等の芳香族アミン類の薄膜と電子輸送性発光層としての8-オキシキノリノアルミニウム錯体等の薄膜との積層薄膜等）から成るもの、高分子化合物（具体的には、ポリパラフェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリフェニレン誘導体等）から成るもの、両者の混合物から成るもの等が含まれる。

【0023】有機EL薄膜層を挟む上電極Aと電極Bの表面は、バッファ層と呼ばれるキャリア注入を促進し駆動電圧を低下させる役目のリチウム、マグネシウム等の金属、LiF、Li₂O、CaO等の無機化合物、フタロシアニン等の有機化合物、あるいはそれらの混合物の薄膜で覆われている場合もある。電極Bの上面に有機EL薄膜層を形成する場合、電極Bを陽極として利用するので、まず陽極バッファ層として、陽極を保護し、正孔の注入特性を改良する目的で、フタロシアニン、芳香族ポリアミン類等の蒸着薄膜や、ポリアニリン、ポリチオフェンおよびその誘導体、ポリピロール等の導電性高分子薄膜を形成して用いる。

【0024】電極Aと有機EL薄膜層の間には陰極バッファ層としてLiF等の無機誘電体薄膜、Li酸化物等の金属酸化物、アルカリ金属やアルカリ土類金属イオンを含む有機物薄膜層等が挿入される場合がある。明細書中、陽極、陰極で用いる電極には、このようなバッファ層を付加した場合を含む。有機EL薄膜層を形成する方法としては、真空蒸着法、スピンコート法、ディップコート法、シルクスクリーン法、スプレイ法、インクジェットプリント法等、溶液からの各種湿式製膜法等が用いられる。有機EL薄膜層は、少なくとも電極Bの一部を含む領域を覆うように形成されていなければならない。

【0025】陰極としての電極Aには、具体的にはアルミニウム、アルミニウム-リチウム合金、カルシウム、マグネシウム-銀合金等の金属電極等が用いられる。電極Aの形状は、特に限定されるものではないが、ソース電極からの漏れ電流を防止し、発光部の面積を最大にする点から、電極Bとほぼ同一の形状とするのが好ましい。

【0026】ゲート電極、ソース電極、電極B（ドレイン電極）及び電極Aの電極材料としては、金、銅、アルミニウム、白金、クロム、パラジウム、インジウム、ニッケル、マグネシウム、銀、ガリウム等の金属やこれらの合金、スズ・インジウム酸化物、ポリシリコン、アモルファスシリコン、スズ酸化物、酸化インジウム、酸化チタン等の酸化物半導体、ガリウム砒素、窒化ガリウム等の化合物半導体等の1種又は2種以上が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0027】以下、本実施の形態における有機薄膜発光トランジスタの製造方法を説明する。まず、有機EL薄膜層からの発光を電極Bを通して基板側から取り出し、電極Bを有機EL素子部の陽極として、電極Aを陰極として用いる場合について説明する。基板上に、図2に示した形状のゲート電極としての金薄膜を形成する。ここで、パターン形成にはマスク蒸着、フォトリソを用いた方法等が用いられる。

【0028】次に、基板全面にゲート絶縁薄膜層を形成する。ゲート絶縁薄膜層としてポリマー薄膜を用い、スピンコートによる湿式法等により形成する。その後、ゲート絶縁薄膜層の上部に有機トランジスタ活性薄膜層を基板全面に形成する。ここで、有機トランジスタ活性薄膜層が共役ポリマーで代表されるポリマーないしはオリゴマーである場合、スピンコート等の湿式法が利用できるが、低分子物質の場合は主に真空蒸着法を用いる。

【0029】有機トランジスタ活性薄膜層の上部に、光透過性がある電極B（ドレイン電極）とソース電極を、図3に示した形状に形成する。透過率が50%以上あるような厚さの金電極をマスク蒸着する、有機トランジスタ活性薄膜層にダメージを与えない条件を選んでインジウム錫酸化物透明導電性薄膜（ITO透明電極）をスパッタで形成する等の方法が用いられる。ソース電極と電

極Bを形成した後、電極Bの上部全面に有機EL薄膜層を形成し、最後に陰極電極Aを形成して有機薄膜発光トランジスタが完成する。

【0030】このように形成された有機薄膜発光トランジスタにおいて、電極Aが陰極である場合の駆動法としては、予めソース電極（接地）に対して電極Aをマイナスにバイアスする。例えば-15Vを印加した状態では、印加電圧はトランジスタ部のソース電極-ドレイン電極（電極B）間と有機EL部の陰極（電極A）-電極B（陽極）間に分配されるが、ゲート電圧が加わっていないため、主に電圧はトランジスタ部にかかっている。

【0031】この状態で、ゲート電極に加えるマイナス電圧を増加させると電界効果が働き、しきい電圧以上になるとトランジスタ部のソース電極-ドレイン電極間に電流が流れ始める。この状態では、ソース電極と電極A間の電圧は主に陰極（電極A）-電極B（陽極）間に加わるので、有機EL部にも電流が流れ、即ちソース電極-ドレイン電極間を移動したホールは陽極に到達後陽極の面全体に広がり、面状の電極B（陽極）全面からホールが有機EL薄膜層に均一に注入され、一方、陰極（電極A）から電子が有機EL薄膜層に注入され、注入されたホールと電子が再結合して面状発光に至る。発光は透明性の電極B（陽極）を通して基板側から取り出される。このように、ソース電極-ドレイン電極間には一定の電圧を印加したままで、ゲート電圧を変化させることで発光輝度を変調することができる。

【0032】次に、電極Aが陽極である場合の駆動法としては、ソース電極に対して電極A（陽極）をプラスにバイアスする。例えば、+15Vを印加した状態では、印加電圧はトランジスタ部のソース電極-ドレイン電極（電極B）間と有機EL部の陽極（電極A）-電極B（陰極）間に分配されるが、ゲート電圧が加わっていないため、主に電圧はトランジスタ部にかかっている。

【0033】この状態で、ゲート電極に加えるマイナス電圧を増加させると電界効果が働き、しきい電圧以上になるとトランジスタ部のソース電極-ドレイン電極間に電流が流れ始める。この状態ではソース電極と電極A間の電圧は主に陽極（電極A）-電極B（陰極）間に加わるので、有機EL部にも電流が流れ、即ちホールはドレイン電極（電極B）からソース電極に向けて移動し、陰極である電極B全面から電子が有機EL薄膜層に注入され、一方、陽極（電極A）からホールが有機EL薄膜層に注入され、注入されたホールと電子が再結合して面状発光に至る。発光は透明性の電極B（陰極）を通して基板側から取り出される。

【0034】このように、ソース電極-ドレイン電極間には一定の電圧を印加したままで、ゲート電圧を変化させることで発光輝度を変調することができる。一方、発光を基板側と反対方向の電極Aを通して取り出す場合には、電極AにITO薄膜、半透明金電極等の各種可視光

を通過する電極材料等を用いることができるが、ITO 薄膜が好適である。

【0035】（実施の形態 2）図 4 は本発明の実施の形態 2 における有機薄膜発光トランジスタの構造の一例である。図中 1 a は有機薄膜発光トランジスタ、2 a は基板、3 a は基板 2 a の一方の面に設けられたゲート電極、4 a は基板のゲート電極 3 a が形成された側の面に、少なくともゲート電極 3 a を含む領域を覆うように設けられたゲート絶縁薄膜層、6 a はゲート絶縁薄膜層 4 a の表面に形成された面状の電極 B、7 a は電極 B 6 a を包囲するように設けられたソース電極、8 a は少なくとも電極 B 6 a とソース電極 7 a を含む領域を覆うように設けられた有機薄膜層、9 a は有機薄膜層 8 a の表面に形成された面状の電極 A である。

【0036】本実施の形態における有機薄膜発光トランジスタは、有機トランジスタ活性薄膜層の役割と有機 E L 活性薄膜層の全部ないし一部の役割を有機薄膜層が担っている。

【0037】ここで、有機トランジスタ活性薄膜層と有機 E L 活性薄膜層の両方の機能を兼ね備えた有機薄膜層の材料としては、具体的には、フェニレンビニレンオリゴマー、フェニレンオリゴマー、ペンタセン、アントラセン、テトラセン等の芳香族炭化水素の真空蒸着薄膜、チオフェンオリゴマー等のヘテロ原子を含む芳香族化合物の真空蒸着薄膜、ポリチオフェン誘導体、ポリフェニレンビニレン誘導体、ポリフルオレン誘導体、ポリフェニレン誘導体等の主鎖 π 共役ポリマーの薄膜等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。有機薄膜層を作製する方法としては、真空蒸着法、スピコート法、ディップコート法、シルクスクリン法、スプレイ法、インクジェットプリント法等が挙げられるが、これらに限定されるものではない。

【0038】基板、ゲート電極、ゲート絶縁薄膜層、電極 B、ソース電極及び電極 A については、実施の形態 1 と同様である。本実施の形態における有機薄膜発光トランジスタは、有機トランジスタ活性薄膜層と有機 E L 薄膜層を別々に形成する必要がなくなり、プロセスをより簡素化でき、製造コストを低減することができる。

【0039】以下、本実施の形態における有機薄膜発光トランジスタの製造方法を説明する。実施の形態 1 と同様にして、基板上にゲート電極、ゲート絶縁薄膜層を形成する。その上部に直接ソース電極とドレイン電極（電極 B）を形成する。この上に有機トランジスタ活性薄膜層と有機 E L 薄膜層の一部を兼ねる有機薄膜層を形成し、この上に電極 A を形成する。

【0040】ここで、有機トランジスタ活性薄膜層と有機 E L 薄膜層を兼ねる層として、単層膜を用いる場合と、有機トランジスタ活性薄膜層と有機 E L 薄膜層の一部（電子輸送層ないしはホール輸送層）を兼ねる層を形成した上部に、更にホール輸送性発光層ないしは電子輸送

性発光層を形成した 2 層積層構造とする場合とがある。

【0041】このように形成された有機薄膜発光トランジスタにおいて、電極 A が陰極である場合の駆動法としては、予めソース電極（アース電位）に対して電極 A をマイナスにバイアスする。例えば -15 V を印加した状態では、印加電圧はトランジスタ部のソース電極—ドレイン電極（電極 B）間と有機 E L 部の陰極（電極 A）—電極 B（陽極）間に分配されるが、ゲート電圧が加わっていないため、主に電圧はトランジスタ部にかかっている。

【0042】この状態で、ゲート電極に加えるマイナス電圧を増加させると電界効果が働き、しきい電圧以上になるとトランジスタ部のソース電極—ドレイン電極間に電流が流れ始める。この状態ではソース電極と電極 A 間の電圧は主に陰極（電極 A）—電極 B（陽極）間に加わるので、有機 E L 部にも電流が流れ、即ちソース電極—ドレイン電極間を移動したホールは陽極に到達後は一旦陽極の面全体に広がり、面状の電極 B（陽極）全面からホールが有機トランジスタ活性薄膜層を兼ねる有機 E L 薄膜層に再度均一に注入され、一方、陰極（電極 A）から電子が有機 E L 薄膜層に注入され、注入されたホールと電子が再結合して面状発光に至る。発光は透明性の電極 B（陽極）を通して基板側から取り出される。このように、ソース電極—ドレイン電極間には一定の電圧を印加したままで、ゲート電圧を変化させることで発光輝度を変調することができる。

【0043】次に、電極 A が陽極である場合の駆動法としては、ソース電極に対して電極 A（陽極）をプラスにバイアスする。例えば $+15\text{ V}$ を印加した状態では、印加電圧はトランジスタ部のソース電極—ドレイン電極（電極 B）間と有機 E L 部の陽極（電極 A）—電極 B（陰極）間に分配されるが、ゲート電圧が加わっていないため、主に電圧はトランジスタ部にかかっている。

【0044】この状態で、ゲート電極に加えるマイナス電圧を増加させると電界効果が働き、しきい電圧以上になるとトランジスタ部のソース電極—ドレイン電極間に電流が流れ始める。この状態ではソース電極と電極 A 間の電圧は主に陽極（電極 A）—電極 B（陰極）間に加わるので、有機 E L 部にも電流が流れ、即ちホールはドレイン電極（電極 B）からソース電極に向けて移動し、陰極である電極 B 全面からホールでなく電子が有機 E L 薄膜層に注入され、一方、陽極（電極 A）からホールが有機 E L 薄膜層に注入され、注入されたホールと電子が再結合して面状発光に至る。発光は透明性の電極 B（陰極）を通して基板側から取り出される。

【0045】このように、ソース電極—ドレイン電極間には一定の電圧を印加したままで、ゲート電圧を変化させることで発光輝度を変調することができる。以上、有機トランジスタ活性薄膜層がホール輸送型（p-型）である場合を例として説明したが、電子輸送型（n-型）

の場合も同様の駆動方法と動作原理が該当する。また、発光を基板側と反対方向の電極Aを通して取り出す場合には、電極AにITO薄膜、半透明金電極等の各種可視光を通過する電極材料等を用いることができるが、ITO薄膜が好適である。

【0046】

【実施例】以下、本発明を実施例により詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

実施例1

ガラス基板上に、図2に示した電極のパターンのマスクを介して金を真空蒸着法により厚さ30nm製膜し、一辺の長さが0.2mmのゲート金電極を作製する。このガラス基板を化学蒸着装置へ移す。減圧下でキシリレンジマー（商品名：パリレン、日本パリレン（株）製）を加熱蒸発させ、680℃に加熱した加熱管を通して熱分解して、ジラジカルモノマーを発生させる。室温に保持した当該基板上へ、発生させたジラジカルモノマー導入し、厚さ300nmのポリパラキシリレン薄膜を作製する。基板を真空蒸着機に移し、有機トランジスタ活性薄膜層としてペンタセン薄膜50nmを真空蒸着により形成する。図3に示した形状のソース電極とドレイン電極を形成するためのマスクパターンを設けて、真空蒸着により厚さ20nmの半透明金薄膜電極を形成する。これにより、チャンネル長が0.1mmでチャンネル幅が約0.8mmのトランジスタと一辺の長さが0.2mmの矩形の電極B（陽極を兼ねる）が形成される。この上に基板全面を覆うように有機ELバンプ層としての銅フタロシアニンを10nm真空蒸着により形成する。この上に正孔輸送層としてのN、N'-ジフェニル-N、N'-(ビス-3-メチルフェニル)-1,1'-ジフェニル-4,4'-ジアミン(TPD)、電子輸送/発光層としての8-オキシキノリノアルミニウム錯体(Alq₃)を真空蒸着により、それぞれ50nmの膜厚に形成する。更に、電極A（陰極）として200nmの膜厚のMgAg合金薄膜（重量比10:1）を形成する。作製した素子を石英窓を有する測定容器に移し、容器を真空にして後、素子特性の測定を行う。素子のソース電極を接地し、電極A（陰極）にマイナス100Vの直流電圧を印加する。この状態では発光は全く観測されない。次に、ゲート電極にマイナス電圧を印加し、電圧を増加させると、-30Vで発光が観測される。更に電圧を増加させると発光輝度はほぼゲート電圧の増加に従って増加し、ゲート電圧の値を減らすと輝度は減少する。図5にドレイン電流と発光輝度のゲート電圧依存性を示す。

【0047】実施例2

ガラス基板上に、図2に示した電極のパターンのマスクを介して金を真空蒸着法により厚さ30nm製膜し、一辺の長さが0.2mmのゲート金電極を作製する。このガラス基板を化学蒸着装置へ移す。減圧下でキシリレン

ダイマー（商品名：パリレン、日本パリレン（株）製）を加熱蒸発させ、680℃に加熱した加熱管を通して熱分解して、ジラジカルモノマーを発生させる。室温に保持した当該基板上へ発生させた、ジラジカルモノマー導入し、厚さ300nmのポリパラキシリレン薄膜を作製する。レジオレギュラーポリ(3-オクチルチオフェン-2,5-ジイル)(P3OT)のクロロフォルム溶液からスピコートにより、100nmの膜厚のトランジスタ活性層を形成する。図1に例示した形状のソース電極とドレイン電極を形成するためのマスクパターンを設けて、真空蒸着により厚さ20nmの半透明金薄膜電極を形成する。これにより、チャンネル長が0.1mmでチャンネル幅が約0.8mmのトランジスタと一辺の長さが0.2mmの矩形の電極B（陽極を兼ねる）が形成される。この上面に基板を全面被覆する形状で、陽極バンプ層としてのポリエチレンジオキシチオフェン/ポリスチレンスルホン酸(PEDOT/PSS)薄膜を100nm、有機EL活性薄膜層としてのポリ(2-メトキシ-5-(2-エチルヘキソキシ)-1,4-フェニレンビニレン(MEH-PPV))のトルエン溶液からスピコートして100nmの薄膜とする。更に、電極A（陰極）としてカルシウム薄膜150nmとカルシウムの酸化を防止するキャップとしてAlを150nm蒸着する。作製した素子を石英窓を有する測定容器に移し、容器を真空にして後、素子特性の測定を行う。素子のソース電極を接地し、電極A（陰極）にマイナス100Vの直流電圧を印加する。この状態では発光は全く観測されない。次に、ゲート電極にマイナス電圧を印加し、電圧を増加させると、-20Vで発光が観測される。更に電圧を増加させると発光輝度はほぼゲート電圧の増加に比例して増加し、ゲート電圧の値を減らすと輝度は減少する。図6にドレイン電流と発光輝度のゲート電圧依存性を示す。

【0048】実施例3

ガラス基板上に、図2に示した電極のパターンのマスクを介して金を真空蒸着法により厚さ30nm製膜し、一辺の長さが0.2mmのゲート金電極を作製する。このガラス基板を化学蒸着装置へ移す。減圧下でキシリレンジマー（商品名：パリレン、日本パリレン（株）製）を加熱蒸発させ、680℃に加熱した加熱管を通して熱分解して、ジラジカルモノマーを発生させる。室温に保持した当該基板上へ発生させた、ジラジカルモノマー導入し、厚さ300nmのポリパラキシリレン薄膜を作製する。次に図3に示した形状のソース電極とドレイン電極を形成するためのマスクパターンを設けて、真空蒸着により厚さ20nmの半透明金薄膜電極を形成する。これにより、チャンネル長が0.1mmでチャンネル幅が約0.8mmのトランジスタと一辺の長さが0.2mmの矩形の電極B（陽極を兼ねる）が形成される。トランジスタ活性層と有機EL活性層とを兼ねる薄膜層として

ポリ(2-メトキシ-5-(2-エチルヘキソキシ)-1,4-フェニレンビニレン(MEH-PPV)のトルエン溶液からスピコートして100nmの薄膜とする。更に、電極A(陰極)としてカルシウム薄膜150nmとカルシウムの酸化を防止するキャップとしてAlを150nm蒸着する。作製した素子を石英窓を有する測定容器に移し、容器を真空にして後、素子特性の測定を行う。素子のソース電極を接地し、電極A(陰極)にマイナス100Vの直流電圧を印加する。この状態では発光は全く観測されない。次に、ゲート電極にマイナス10Vの電圧を印加し、電圧を増加させると、-60Vで発光が観測される。更に、電圧を増加させると発光輝度はほぼゲート電圧の増加に比例して増加し、ゲート電圧の値を減らすと輝度は減少する。

【0049】

【発明の効果】本発明の有機薄膜発光トランジスタによれば、有機EL素子と有機トランジスタを一体化し、極めて容易に作製することができるとともに、トランジスタで制御する有機EL素子の特性を画期的に向上させることができ、基板上に占める発光部の比占有面積を格段に改良することができる。更に、この発光トランジスタをピクセルとしてマトリックスに組み込んだ面状ディスプレイを用いれば、すべてのピクセルに一定の駆動電圧を印加した状態で、ピクセルのゲート電圧のみをアドレスすることで高い解像度で階調性を持つ画像表示が可能となる。本発明の発光輝度制御方法によれば、ゲート電圧を変化させるだけで有機EL素子の発光輝度を変調す*

ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施の形態における有機薄膜発光トランジスタの断面図

【図2】図1のA-Aにおける断面図であり、ゲート電極の形状の一例を示す図

【図3】図1のB-Bにおける断面図であり、ソース電極と電極Bの形状の一例を示す図

【図4】本発明の一実施の形態における有機薄膜発光トランジスタの断面図

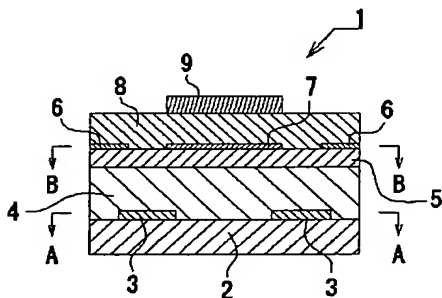
【図5】ドレイン電流と発光輝度のゲート電圧依存性を示すグラフ

【図6】ドレイン電流と発光輝度のゲート電圧依存性を示すグラフ

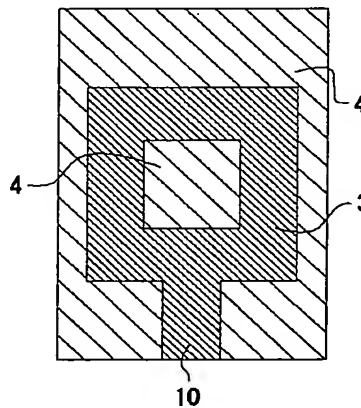
【符号の説明】

- 1, 1a 有機薄膜発光トランジスタ
- 2, 2a 基板
- 3, 3a ゲート電極
- 4, 4a ゲート絶縁薄膜層
- 5 有機トランジスタ活性薄膜層
- 5a 有機薄膜層
- 6, 6a ソース電極
- 7, 7a 電極B
- 8, 8a 有機EL薄膜層
- 9, 9a 電極A
- 10 電極の取出口
- 11 電極の取出口

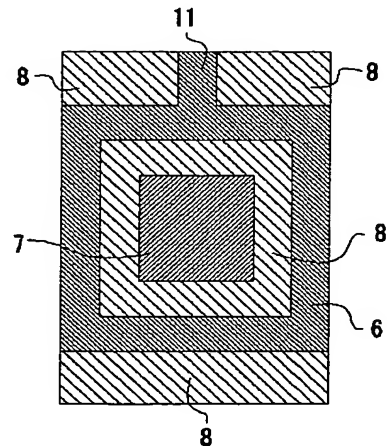
【図1】



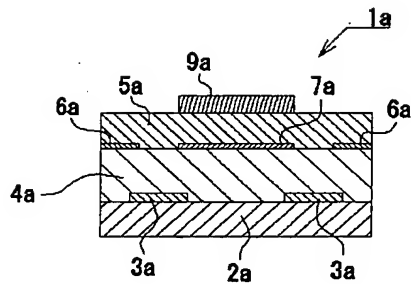
【図2】



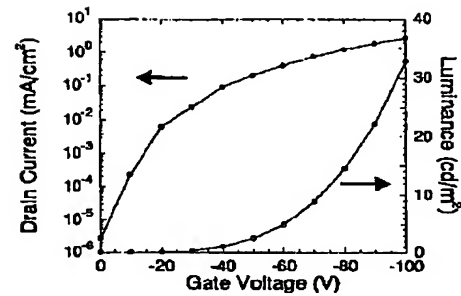
【図3】



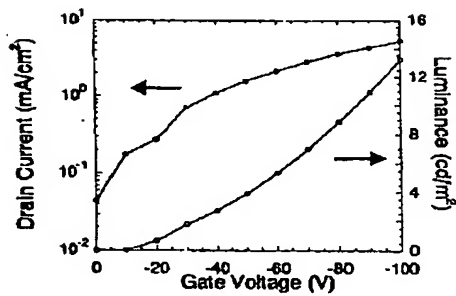
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.⁷

G 0 9 G 3/20
3/30
H 0 5 B 33/08
33/26

識別記号

6 4 2

F I

G 0 9 G 3/20
3/30
H 0 5 B 33/08
33/26

ターマコード (参考)

6 4 2 D
K
Z

F ターム (参考) 3K007 AB02 AB18 DB03 GA00 GA04
5C080 AA06 BB05 DD05 DD07 DD10
DD25 DD28 EE29 FF11 HH09
JJ05 JJ06
5C094 AA10 AA43 BA03 BA27 CA19
CA20 DA14 EA04 FA01 FB01
FB14